

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : LIU
Application No. : 10/779,648
Filed : February 18, 2004
Title : APPARATUS AND METHOD FOR CARRIER
FREQUENCY OFFSET AND PHASE
COMPENSATION IN COMMUNICATION SYSTEM
Group Art Unit : 2661
Examiner : Unknown
Attorney Docket : 3111-420



Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Sir:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55, Applicant hereby claims priority from Taiwan Patent Application No. 092103827, filed on February 19, 2003. A certified copy of this application is enclosed.

Acknowledgment of the receipt of the claim to priority, along with the certified copy of the priority document is respectfully requested.

Respectfully submitted,

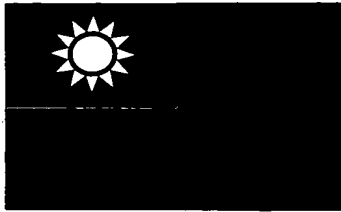
Date: June 30, 2004

By:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Bruce H. Troxell".

Bruce H. Troxell
Reg. No. 26,592

TROXELL LAW OFFICE PLLC
5205 Leesburg Pike, Suite 1404
Falls Church, Virginia 22041
Telephone: (703) 575-2711
Telefax: (703) 575-2707



91A-031-09

字號 910563

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申請日：西元 2003 年 02 月 19 日
Application Date

申請案號：092103827
Application No.

申請人：瑞昱半導體股份有限公司
Applicant(s)

USPN 10-779,648
filed 02-18-2004

GAR 2661

Att'y Dkt

3111-240

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 8 月 13 日
Issue Date

發文字號：09220815560
Serial No.

91A-0317W

申請日期：

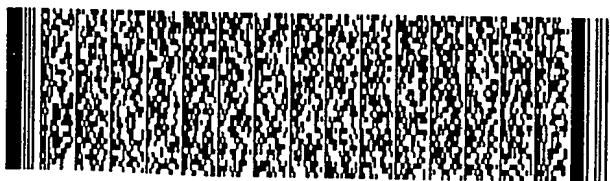
IPC分類

申請案號：

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	正交分頻多工系統之載波頻偏與相位補償裝置及方法
	英文	
二、 發明人 (共4人)	姓名 (中文)	1. 柳德政 2. 湯松年 3. 劉泰誠
	姓名 (英文)	1. Liu Der-Zheng 2. Tung Song-Nien 3. Liu Tai-Cheng
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 台南市長榮路五段123號 2. 高雄市左營區自助新村246號 3. 高雄市新興區新興路29號
	住居所 (英文)	1. 2. 3.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 瑞昱半導體股份有限公司
	名稱或 姓名 (英文)	1. Realtek Semiconductor Corp.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹科學園區工業東九路二號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 葉博任
	代表人 (英文)	1.



申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人 (共4人)	姓 名 (中文)	4. 顏光裕
	姓 名 (英文)	4. Yen Kuang-Yu
	國 籍 (中英文)	4. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	4. 台中市愛國街88巷46號
	住居所 (英 文)	4.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	
	名稱或 姓 名 (英文)	
	國 籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中 文)	
	住居所 (營業所) (英 文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	



四、中文發明摘要 (發明名稱：正交分頻多工系統之載波頻偏與相位補償裝置及方法)

本發明係提供正交分頻多工 (OFDM) 系統之載波頻偏與相位補償裝置及方法，以補償系統接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的相位旋轉。其中，頻偏補償裝置及方法係利用系統之導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏，進而計算累積相位旋轉，以補償接收端之 OFDM 訊號。而相位補償裝置及方法則係接收經頻偏補償裝置及方法補償後之 OFDM 訊號的各個子通道訊號，並利用其中導引子通道之再經通道補償後的訊號，與系統發射端原本傳送訊號間之相位差來估計殘餘的相位誤差，以補償各個子通道之訊號。

五、(一)、本案代表圖為：第 圖九 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

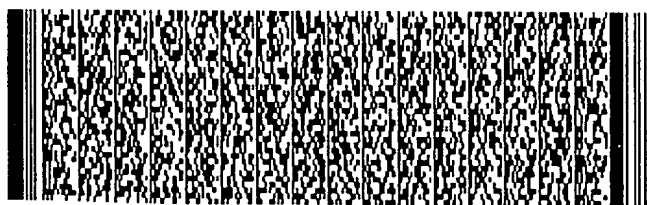
110- 串列至並列轉換器

111- FFT裝置

113- 訊號解對應裝置

30b- 頻偏補償裝置

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



四、中文發明摘要 (發明名稱：正交分頻多工系統之載波頻偏與相位補償裝置及方法)

31- 導引子通道估計裝置

32- 頻偏估計裝置

33- 相位累積器

34b- 相位旋轉器

70a- 相位補償裝置

71- 緩衝器

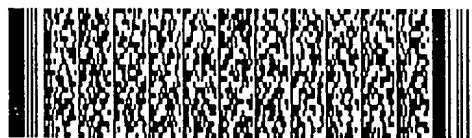
72- 導引子通道補償裝置

73- 相差估計裝置

74- 相位旋轉器

75- 資料子通道補償裝置

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

無

寄存日期：

寄存號碼：

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

無

寄存號碼：

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



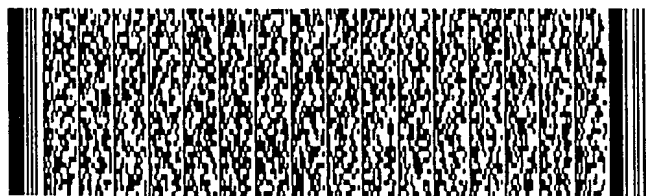
五、發明說明 (1)

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於正交分頻多工系統中載波頻率偏移之處理，尤指利用頻域之導引子通道 (pilot subchannel) 的訊號，對載波頻率偏移進行估計及補償，以提昇 OFDM 系統效能之頻偏與相位補償裝置及方法。

【先前技術】

隨著寬頻時代的來臨，新的寬頻通訊技術日形重要。近年來，正交分頻多工 (orthogonal frequency division multiplexing, 簡稱 OFDM) 技術已廣泛應用於高速傳輸系統標準中，如非對稱式數位用戶迴路 (Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL)、IEEE 802.11a/g 無線區域網路 (wireless local area network, WLAN) 等。圖一係一典型 OFDM 通訊系統 100 的方塊圖。該 OFDM 系統 100 係於發射端 (Tx) 將所要傳送的資料透過訊號對應 (signal mapping) 裝置 101 分別置於頻域的 N 個子通道中 (N 為 2 的冪次方)，並使各子通道間的訊號具有正交性 (orthogonality)，以避免「載波間干擾」 (inter-carrier interference, ICI)。接著，利用反快速傅立葉轉換 (inverse fast Fourier transform, IFFT) 裝置 102 轉換成時域訊號，再加上防護區間 (guard interval, GI) 後，經並列至串列轉換器 (parallel-to-serial converter, P/S) 104、數位至類比轉換器 (digital-to-analog converter, DAC) 105，以及載波調變，經由通道 106 進行傳輸。接收端 (Rx) 則



五、發明說明 (2)

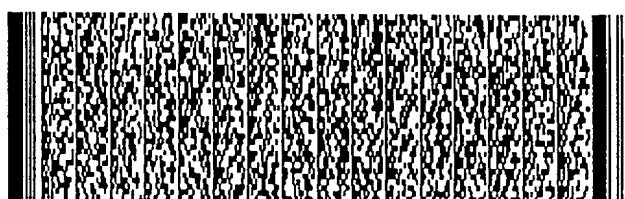
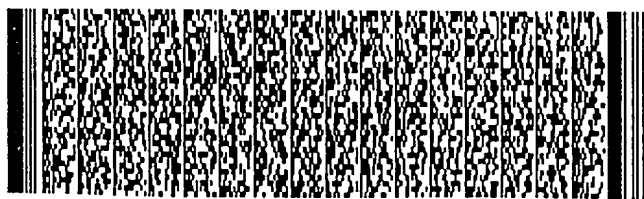
先經載波解調，以及類比至數位轉換器

(analog-to-digital converter, ADC) 107取樣後，將GI移除，並經過串列至並列轉換器(serial-to-parallel converter, S/P) 110，再送入快速傅立葉轉換(fast Fourier transform, FFT)裝置111轉換回頻域訊號，在各個子通道中分別進行通道補償(channel compensation)，最後由訊號解對應(signal demapping)裝置113解調出原傳送資料。如此，透過N個子通道平行傳輸，可達到高速傳輸的目的。

我們將一組N點IFFT的輸出值稱作符元(symbol)。而由於通道脈衝響應(channel impulse response, CIR)通常皆非理想，會造成一符元在經過通道106後，於接收端影響到後續符元的接收，造成「符際干擾」

(inter-symbol interference, ISI)。為避免ISI的問題，一般會在OFDM符元間額外加入一段防護區間。防護區間的做法有兩類：(1)補零(Zero-Padding, ZP)，及(2)循環前置(Cyclic Prefix, CP)。ZP即為加入一連串的0當GI，此法具有較佳的能量效率(energy efficiency)。CP則是複製一符元之後段訊號置於該符元之前當GI，此法可以減少通道脈衝響應所造成之各子通道間的ICI。這部分的訊號處理，是由圖一中增加防護區間之電路103與移除防護區間之電路109來完成。

在解調OFDM訊號時，需先將接收到的時域訊號，經過FFT轉換回頻域訊號，在各個子通道中分別進行解調。若



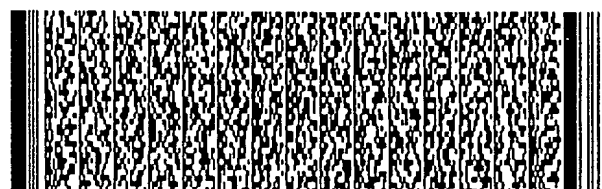
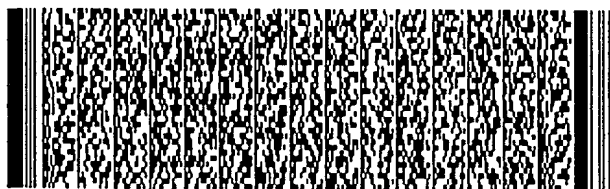
五、發明說明 (3)

輸入 FFT 的時域訊號有同步誤差 (synchronization error) 存在，則會在輸出的頻域訊號中造成額外的 ICI 與相位旋轉，使其正交性被破壞，影響系統效能。因此，OFDM 系統與其他通訊系統相較之下，對於同步的精確度要求更高。對 OFDM 傳輸系統而言，同步誤差包含以下四項：(1) 載波頻率偏移 (carrier frequency offset)、(2) 載波相位誤差 (carrier phase error)、(3) 取樣頻率偏移 (sampling frequency offset) 以及 (4) 取樣相位誤差 (sampling phase error)。其中，載波相位誤差與取樣相位誤差對接收端之 OFDM 訊號所造成的影響，主要是在頻域之各個子通道輸出產生固定的相位旋轉，所以可用通道估測 (channel estimation) 與通道補償的機制來消除。然而，載波頻率偏移和取樣頻率偏移除了造成額外的 ICI，也會使各個子通道輸出產生累積的相位旋轉，導致系統效能逐漸變差。

有鑑於此，本發明的著眼點，即在於提出一些適用於 OFDM 系統之載波頻率偏移 (下文簡稱載波頻偏) 與相位補償裝置及方法，其利用頻域之導引子通道的訊號，對載波頻偏這種同步誤差進行追蹤及補償，以提昇 OFDM 系統的運作效能。

【發明內容】

本發明主要係應用於 OFDM 系統中，該系統係於發射端將資料編碼成 OFDM 符元，分置於複數個頻域的子通道傳送，傳送過程中並利用一載波進行調變，其中該些子通道



五、發明說明 (4)

包含至少一導引子通道及至少一資料子通道。導引子通道係用以傳送接收端已知之特定訊號，以便進行系統相關的偵測與估計，資料子通道則用於傳送資料。本發明即是利用導引子通道之已知特定訊號，估計載波頻偏及相關的相位誤差，並加以補償，以避免載波頻偏影響系統接收端訊號之解調。所以，本發明之一目的，即在於提供一種頻偏補償裝置，可於 OFDM 系統之接收端，補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的累積相位旋轉，其包含：一導引子通道估計裝置，接收導引子通道之訊號，估計導引子通道之頻率響應；一頻偏估計裝置，利用導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估計值的相位差來估計載波頻偏；一相位累積器 (phase accumulator)，依據該頻偏估計裝置所估計之載波頻偏，計算累積相位旋轉；以及一相位旋轉器 (phase rotator)，依該相位累積器所計算之累積相位旋轉，於時域或頻域補償接收端的 OFDM 訊號。

本發明之次一目的，係提出一種相位補償裝置，可於 OFDM 系統之接收端，補償接收端 OFDM 訊號經頻偏補償裝置補償後，所殘餘的相位誤差，其包含：一相差估計裝置，利用一符元之 OFDM 訊號中，經頻偏補償裝置補償及通道補償後的導引子通道訊號與發射端原本傳送訊號間的相位差，來估計殘餘的相位誤差；一緩衝器，儲存該相差估計裝置所估計之殘餘相位誤差，以用於補償下一個符元；以及一相位旋轉器，接收該下一個符元之各個子通道訊號，



五、發明說明 (5)

並以該緩衝器所儲存之殘餘相位誤差加以補償；其中，該下一個符元之各個子通道訊號亦可先進行通道補償後，再送入該相位旋轉器加以補償。

本發明之另一目的，係提出一種相位補償裝置，可於 OFDM 系統之接收端，補償接收端 OFDM 訊號經頻偏補償裝置補償後，所殘餘的相位誤差，其包含：一緩衝器，用以保留一符元之 OFDM 訊號中，經頻偏補償裝置補償後的所有子通道訊號；一導引子通道補償裝置，從該緩衝器接收該符元之導引子通道訊號，以進行通道補償；一相差估計裝置，利用該導引子通道中，經通道補償後之訊號與發射端原本傳送訊號間的相位差來估計殘餘相位誤差；以及一相位旋轉器，從該緩衝器接收該符元之資料子通道訊號，並以該相差估計裝置所估計之殘餘相位誤差加以補償。

本發明之再一目的，係提出一種補償模組，可於 OFDM 系統之接收端，補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的相位旋轉，其包含：一頻偏補償裝置，利用導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏，進而計算累積相位旋轉，以補償接收端之 OFDM 訊號；以及一相位補償裝置，接收經該頻偏補償裝置補償後之 OFDM 訊號的各個子通道訊號，並利用其中導引子通道中再經通道補償後的訊號，與發射端原本傳送訊號間的相位差來估計殘餘相位誤差，以補償各個子通道之訊號。

本發明之又一目的，係提出一種頻偏補償方法，可於

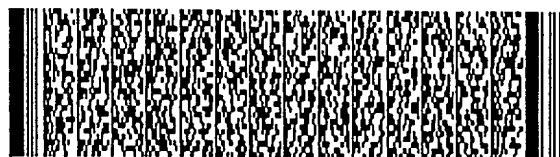


五、發明說明 (6)

系統之接收端，補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM訊號的累積相位旋轉，其包含下列步驟：(a) 接收導引子通道之訊號，以估計導引子通道之頻率響應；(b) 利用導引子通道中，前後兩個 OFDM符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏；(c) 依據所估計之載波頻偏，計算累積相位旋轉；以及(d) 依所計算之累積相位旋轉補償接收端之 OFDM訊號。

本發明之又一目的，係提出一種相位補償方法，可於該系統之接收端，補償接收端 OFDM訊號經頻偏補償裝置補償後，所殘餘的相位誤差，其包含下列步驟：(a) 利用一符元之 OFDM訊號中，經頻偏補償裝置補償及通道補償後的導引子通道訊號與發射端原本傳送訊號間的相位差，來估計殘餘的相位誤差；(b) 將所估計之殘餘相位誤差儲存於一緩衝器；以及(c) 以該緩衝器所儲存之殘餘相位誤差補償下一個符元之各個子通道訊號；其中，步驟(c) 前亦可加入一步驟(c0)：對下一個符元之各個子通道訊號進行通道補償。

本發明之又一目的，係提出一種相位補償方法，可於該系統之接收端，補償接收端 OFDM訊號經頻偏補償裝置補償後，所殘餘的相位誤差，其包含以下步驟：(a) 以一緩衝器保留一符元之 OFDM訊號中，經頻偏補償裝置補償後的所有子通道訊號；(b) 從該緩衝器取出該符元之導引子通道訊號，進行通道補償；(c) 利用導引子通道中，經通道補償後之訊號與發射端原本傳送訊號間的相位差來



五、發明說明 (7)

估計殘餘相位誤差；以及 (d) 從該緩衝器取出該符元之資料子通道訊號，並以所估計之殘餘相位誤差加以補償。

為使貴審查委員對於本發明能有更進一步的了解與認同，茲配合圖式詳述本發明的實施方式如后。

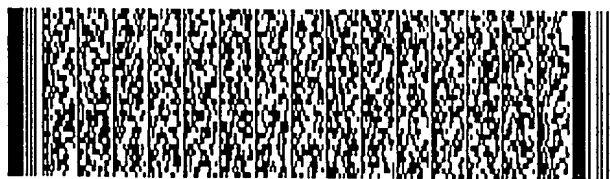
【實施方式】

圖二係一具有載波頻偏之載波調變與解調系統的方塊圖。圖二中，由於本地振盪器 (local oscillator) 21與 22 的頻率會有漂移的現象產生，使得發射端的載波頻率與接收端的載波頻率 \hat{f}_c 不一致，此時接收端的基頻訊號會因頻率偏移造成相位旋轉，使訊號解調產生錯誤，系統效能因而變差。在以下分析中，將載波頻偏表示為

$\Delta f = f_c - \hat{f}_c$ 。此外，並假設 OFDM 系統使用頻域的 N 個子通道，其中包含至少一導引子通道，其餘皆為資料子通道。

載波頻偏對 OFDM 訊號的影響，可分為時域與頻域兩方面。在時域方面，假設 OFDM 符元之時域訊號有 $N+N_{GI}$ 個取樣點，其中 N 為 FFT 的點數， N_{GI} 為 GI 的點數，則連續兩個 OFDM 符元之第一個取樣點間會有 $2\pi(N+N_{GI})\Delta f T$ 的相位差，其中 T 為取樣區間。隨著傳送的符元增加，此一相位差會造成累積相位旋轉的問題。

在頻域方面，假設第 k 個子通道之頻率響應為 H_k 固定不變，且發射端第 n 個 OFDM 符元之第 k 個子通道訊號為 $X_{n,k}$ ，則在接收端第 n 個 OFDM 符元之第 k 個子通道訊號為



$$\begin{aligned}
 Y_{n,k} &= e^{j[2\pi n(N+N_{GI})\Delta fT + \Delta\theta]} \cdot [(H_k \cdot X_{n,k}) \otimes \Phi(f_k - \Delta f)] \\
 &= e^{j[2\pi n(N+N_{GI})\Delta fT + \Delta\theta]} \cdot H_k \cdot X_{n,k} \cdot \Phi(-\Delta f) \\
 &\quad + e^{j[2\pi n(N+N_{GI})\Delta fT + \Delta\theta]} \cdot \underbrace{\sum_{i=0, (i \neq k)}^{N-1} H_i \cdot X_{n,i} \cdot \Phi(f_k - f_i - \Delta f)}_{ICI}
 \end{aligned}$$

式 (1-1)

其中， $\Delta\theta = \theta - \hat{\theta}$ 為初始相位差， $\Phi(f)$ 為對應於一個 N 點全為 1 的矩形視窗函數 (rectangular window function) 之離散時間傅立葉轉換 (discrete-time Fourier transform, DTFT)，亦即

$$\Phi(f) = \sum_{n=0}^{N-1} 1 \cdot e^{-j2\pi n f T} = \frac{1 - e^{-j2\pi N f T}}{1 - e^{-j2\pi f T}} = e^{-j\pi(N-1)fT} \cdot \frac{\sin(\pi N f T)}{\sin(\pi f T)}$$

式 (1-1) 中， $\Phi(-\Delta f)$ 即為各子通道的失真因素 (distortion factor)，其中振幅失真 (amplitude distortion) 為 $\frac{\sin(\pi N \Delta f T)}{\sin(\pi \Delta f T)}$ 相位失真 (phase distortion) 為 $\pi(N-1)\Delta f T$ 。

既然在 OFDM 系統中，導引子通道係傳送接收端已知之



五、發明說明 (9)

訊號，我們可利用下式取得導引子通道之頻率響應估測值：

$$\hat{H}_{n,k} = \frac{Y_{n,k}}{X_{n,k}} = e^{j[2\pi n(N+N_{GI})\Delta f T + \Delta \theta]} \cdot H_k \cdot \Phi(-\Delta f) + \Gamma_{n,k}$$

式 (1-2)

其中， k 為導引子通道之索引值 (pilot index)，而

$X_{n,k}$ 為已知訊號， $\Gamma_{n,k}$ 則為其餘的ICI項和雜訊項。

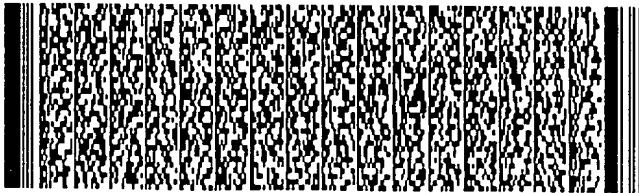
藉由以上分析，可知載波頻偏可利用前後兩個OFDM符元的頻率響應估測值之相位差來估計。若OFDM系統使用 K 個導引子通道，則於估計載波頻偏時，可分別計算各導引子通道中，前後兩個OFDM符元的頻率響應估測值之相位差，再予以加總後，求其平均值而得之，亦即

$$2\pi(N+N_{GI})\Delta \hat{f}_n T = \frac{1}{K} \sum_{k=\text{pilot index}} (\angle \hat{H}_{n,k} - \angle \hat{H}_{n-1,k})$$

式 (1-3)

其中， $\Delta \hat{f}_n$ 為由第 n 個符元估測之載波頻偏。

當載波頻偏不大時，式 (1-2) 中之ICI項 $\Gamma_{n,k}$ 的影響可被忽略，而振幅失真與相位失真可利用通道補償消除，



五、發明說明 (10)

所以只需在頻域補償累積相位旋轉即可。因此，本發明提出一種於頻域進行補償之頻偏補償裝置的架構，如圖三A所示。該頻偏補償裝置30a可在OFDM系統之接收端，於頻域補償系統接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端OFDM訊號的累積相位旋轉。頻偏補償裝置30a包含：一導引子通道估計裝置31，接收OFDM系統之導引子通道的訊號，以估計導引子通道之頻率響應（如式（1-2）所示）；一頻偏估計裝置32，耦接至導引子通道估計裝置31，利用導引子通道中，前後兩個OFDM符元之頻率響應估測值相位差來估計載波頻偏；一相位累積器33，耦接至頻偏估計裝置32，依據頻偏估計裝置32所估計之載波頻偏，計算累積相位旋轉；以及一相位旋轉器34a，耦接至相位累積器33，依相位累積器33所計算之累積相位旋轉，於頻域補償接收端的OFDM訊號（即式（1-1）中之 $Y_{n,k}$ ）。

當載波頻偏較大時，由於ICI項 $\Gamma_{n,k}$ 的影響較難在頻域消除，所以較佳的作法是回到時域補償累積相位旋轉。因此，本發明提出一種於時域進行補償之頻偏補償裝置的架構，如圖三B所示。該頻偏補償裝置30b可在OFDM系統之接收端，於時域補償系統接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端OFDM訊號的累積相位旋轉。頻偏補償裝置30b所包含的元件與頻偏補償裝置30a幾乎相同，除了相位旋轉器的部分。在頻偏補償裝置30a中，相位旋轉器34a係耦接於FFT裝置111之輸出，亦即於頻域進行補償；而在頻偏



五、發明說明 (11)

補償裝置 30b 中，相位旋轉器 34b 則耦接至 FFT 裝置 111 之輸入，亦即於時域進行補償。

利用前述之頻偏補償裝置 30a 或 30b，本發明提出一種頻偏補償方法，其包含如圖四之步驟：

- 41 導引子通道估計裝置 31 接收導引子通道之訊號，以估計導引子通道之頻率響應；
- 42 頻偏估計裝置 32 利用導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏；
- 43 相位累積器 33 依據步驟 42 所估計之載波頻偏，計算累積相位旋轉；以及
- 44 相位旋轉器 34a 或 34b 依步驟 43 所計算之累積相位旋轉補償接收端之 OFDM 訊號。

若 OFDM 系統包含複數個導引子通道，則步驟 41 中，係分別估測每一導引子通道之頻率響應，而步驟 42 中，係將每一導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差予以加總，再求其平均值來估計載波頻偏（如式（1-3）所示）。

若使用頻偏補償裝置 30a，則步驟 44 係補償接收端 OFDM 訊號之頻域訊號；若使用頻偏補償裝置 30b，則步驟 44 係補償接收端 OFDM 訊號之時域訊號。

接收端之 OFDM 訊號在經過頻偏補償裝置 30a/30b 補償後，仍會有殘餘的相位誤差。若 OFDM 系統之各個子通道需做同調解調（coherent demodulation）（即接收端子通



五、發明說明 (12)

道訊號之振幅及相位須與發射端原本傳送之子通道訊號一致)，則需要有一機制來補償此殘餘相位誤差。

假設在經過頻偏補償裝置 30a/30b 補償後，接收端第 n 個 OFDM 符元之第 k 個子通道訊號為

$$\tilde{Y}_{n,k} = e^{j\Delta\theta_n} \cdot H_k \cdot X_{n,k} + \tilde{\Gamma}_{n,k}$$

式 (2-1)

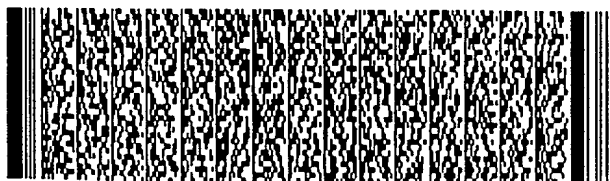
其中 $\Delta\theta_n$ 為殘餘的相位誤差， $\tilde{\Gamma}_{n,k}$ 為其餘的 ICI 項和雜訊項。

再假設 k 為導引子通道之索引值，則由式 (2-1) 可推知，接收端之導引子通道訊號在經通道補償後的結果為

$$\tilde{X}_{n,k} = \frac{\tilde{Y}_{n,k}}{\hat{H}_k} = e^{j\Delta\theta_n} \cdot X_{n,k} + \Theta_{n,k}$$

式 (2-2)

其中 \hat{H}_k 為利用系統之前置訊號 (preamble) 所估測出第 k 個子通道的頻率響應， $\Theta_{n,k}$ 則為其餘的 ICI 項和雜



訊

項。

藉由以上分析，可知殘餘相位誤差可利用導引子通道之通道補償結果與原導引子通道特定理想值的相位差來估計。若 OFDM 系統使用 K 個導引子通道，則於估計殘餘相位誤差時，可分別計算各導引子通道之通道補償結果與原導引子通道特定理想值的相位差，再予以加總後，求其平均值而得之，亦即

$$\Delta \hat{\theta}_n = \frac{1}{K} \sum_{k=\text{pilot index}} (\angle \tilde{X}_{nk} - \angle X_{n,k})$$

式 (2-3)

當本地振盪器 21 與 22 的相位雜訊 (phase noise) 不大，且連續兩個 OFDM 符元之殘餘相位誤差變化不大時，可利用由前一個 OFDM 符元之導引子通道訊號所得的相位誤差估測值，補償於後一個 OFDM 符元的子通道訊號。因此，本發明提出一種延遲式相位補償裝置的架構，如圖五 A 所示。此處「延遲式」係指利用前一符元估計所得，來補償後一符元。相位補償裝置 50a 可於 OFDM 系統之接收端，補償接收端 OFDM 訊號經頻偏補償裝置 30a/30b 補償後，所殘餘的相位誤差，其包含：一相差估計裝置 51，接收一符元之 OFDM 訊號中，經頻偏補償裝置 30a/30b 與通道補償裝置



五、發明說明 (14)

112補償後的導引子通道訊號（即式（2-2）中之 \hat{y}_n ），並以該導引子通道訊號與系統發射端原本傳送訊號間的相位差，來估計殘餘相位誤差；一緩衝器52，儲存相差估計裝置51所估計之殘餘相位誤差，以用於補償下一個符元；以及一相位旋轉器53，接收該下一個符元之各個子通道訊號，並以緩衝器52所儲存之殘餘相位誤差加以補償。

圖五A之架構亦可稍作修改如圖五B，其中之相位補償裝置50b所包含的元件與頻偏補償裝置50a完全相同，惟在運作上，圖五B之架構係先將該下一個符元之子通道訊號經由通道補償裝置112補償後，再送入相位旋轉器53。

利用前述之相位補償裝置50a，本發明提出一種延遲式相位補償方法，其包含如圖六之步驟：

- 61 相差估計裝置51利用一符元之OFDM訊號中，經頻偏補償裝置50a/50b及通道補償裝置112補償後的導引子通道訊號與系統發射端原本傳送訊號間的相位差，來估計殘餘的相位誤差；
- 62 將步驟61所估計之殘餘相位誤差儲存於緩衝器52；以及
- 63 以緩衝器52所儲存之殘餘相位誤差補償下一個符元之各個子通道訊號。

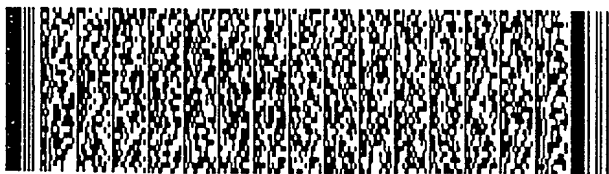
若OFDM系統包含複數個導引子通道，則步驟61中，係分別計算該符元之每一導引子通道訊號的相位差，並予以加總後，再求其平均值來估計殘餘相位誤差（如式（2-3）所示）。



五、發明說明 (15)

若使用相位補償裝置 50b，其補償方法同步驟 61-63，惟步驟 63中，在進行相位補償前，先利用通道補償裝置 112補償下一個符元之各個子通道訊號。

當本地振盪器 21與 22有較大的相位雜訊時，連續兩個 OFDM 符元之殘餘相位誤差也會有較大變化，此時宜利用由一 OFDM 符元之導引子通道訊號所得的相位誤差估測值，補償於同一個 OFDM 符元的資料子通道訊號，因而需使用一緩衝器，保留一完整 OFDM 符元之所有子通道的訊號，先利用導引子通道估計殘餘相位誤差，再補償於資料子通道。據此，本發明提出一種緩衝式相位補償裝置的架構，如圖七 A 所示。此處「緩衝式」係指將一符元保留，供後續相位估計及補償同一符元之用。相位補償裝置 70a 可於 OFDM 系統之接收端，補償接收端 OFDM 訊號經頻偏補償裝置 30a/30b 補償後，所殘餘的相位誤差，其包含：一緩衝器 71，接收並保留一符元之 OFDM 訊號中，經頻偏補償裝置 30a/30b 補償後的所有子通道訊號；一導引子通道補償裝置 72，從緩衝器 71 接收該符元之導引子通道訊號，以進行通道補償（結果即為式 (2-2) 中之 \tilde{X}_{nk} ）；一相差估計裝置 73，耦接至導引子通道補償裝置 72，利用導引子通道中，經通道補償後之訊號與系統發射端原本傳送訊號間的相位差來估計殘餘相位誤差；以及一相位旋轉器 74，從緩衝器 71 接收該符元之資料子通道訊號，並以相差估計裝置 73 所估計之殘餘相位誤差加以補償。



五、發明說明 (16)

圖七 A之架構亦可稍作修改如圖七 B，其中之相位補償裝置 70b所包含的元件與頻偏補償裝置 70a完全相同，惟在運作上，圖七 B之架構係先由一資料子通道補償裝置 75對該符元之資料子通道訊號進行通道補償後，再送入相位旋轉器 74。

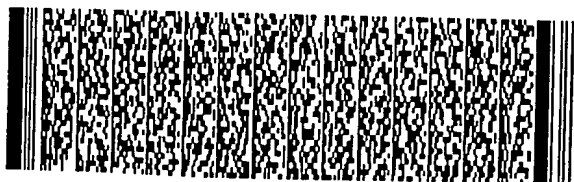
利用前述之相位補償裝置 70a，本發明提出一種緩衝式相位補償方法，其包含如圖八之步驟：

- 81 以緩衝器 71保留一符元之 OFDM訊號中，經頻偏補償裝置 30a/30b補償後的所有子通道訊號；
- 82 導引子通道補償裝置 72從緩衝器 71取出該符元之導引子通道訊號，進行通道補償；
- 83 相差估計裝置 73利用導引子通道中，經通道補償後之訊號與系統發射端原本傳送訊號間的相位差，來估計殘餘相位誤差；以及
- 84 相位旋轉器 74從緩衝器 71取出該符元之資料子通道訊號，並以步驟 83所估計之殘餘相位誤差加以補償。

若 OFDM系統包含複數個導引子通道，則步驟 83中，係分別計算該符元之每一導引子通道訊號的相位差，並予以總後，再求其平均值來估計殘餘相位誤差（如式（2-3）所示）。

若使用相位補償裝置 70b，其補償方法同步驟 81-84，惟步驟 84中，在進行相位補償前，先利用資料子通道補償裝置 75補償該符元之資料子通道訊號。

在本發明中，亦可將前述之兩種頻偏補償裝置



五、發明說明 (17)

30a/30b及四種相位補償裝置 50a/50b/70a/70b，視 OFDM 系統的實際需要，各擇其中一種，組合成一補償模組，以完整地處理載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號之相位旋轉的問題。圖九即是此種補償模組之一例，其由頻偏補償裝置 30b 及相位補償裝置 70a，可用於本地振盪器之載波頻偏與相位雜訊皆頗大的 OFDM 系統。

進一步觀察圖九，頻偏補償裝置 30b 中之導引子通道估計裝置 31 係執行如式 (1-2) 之運算，而相位補償裝置 70a 中之導引子通道補償裝置 72 則執行如式 (2-2) 之運算。若將式 (2-1) 之 $\tilde{Y}_{n,k}$ 同時除以 $X_{n,k}$ 與 \hat{H}_k ，即

$$\tilde{P}_{n,k} = \frac{\tilde{Y}_{n,k}}{X_{n,k} \cdot \hat{H}_k} = e^{j\Delta\theta_n} + \Omega_{n,k}$$

式 (2-4)

其中， k 為導引子通道之索引值， $\Omega_{n,k}$ 為其餘的 ICI 和雜訊項。

由以上分析可知，殘餘的相位誤差可以下式估計（假設 OFDM 系統使用 K 個導引子通道）

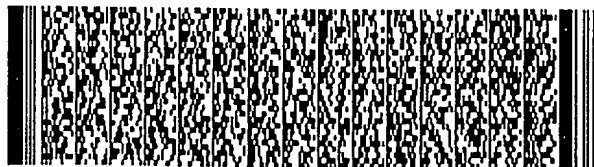
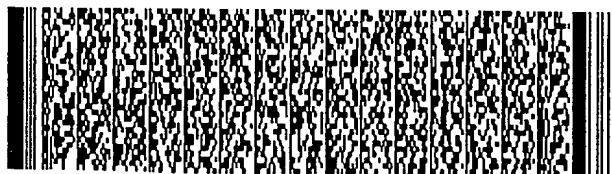


$$\Delta\hat{\theta}_n = \frac{1}{K} \sum_{k=\text{pilot index}} \angle \tilde{P}_{n,k}$$

式 (2-5)

式 (2-4) 中， $\tilde{P}_{n,k}$ 即為導引子通道，經通道估測與通道補償後的結果；以圖九來看，即可視為 $\tilde{Y}_{n,k}$ 經過導引子通道估計裝置 31 與導引子通道補償裝置 72 處理之所得。因此，我們可將圖九中相位補償裝置的架構略作修改，如圖十所示。圖十之方塊 1000 可視做一相位補償裝置，其為此架構中補償殘餘相位旋轉的部分。在方塊 1000 中，訊號 $\tilde{Y}_{n,k}$ 在經過導引子通道估計裝置 31 與導引子通道補償裝置 72 處理後，結果即為 $\tilde{P}_{n,k}$ 。而相差估計裝置 1002 所執行之運算，即為式 (2-5)，其較相差估計裝置 73 (執行式 (2-3)) 為簡單。另外，資料緩衝器 1001 僅用於儲存資料子通道的訊號，不像緩衝器 71 需儲存所有子通道訊號，如此可節省空間。換言之，圖十的架構不但可用於本地振盪器之載波頻偏與相位雜訊皆頗大的 OFDM 系統，更可進一步簡化硬體的設計與成本。

以上所述係利用較佳實施例詳細說明本發明，而非限制本發明之範圍。大凡熟知此類技藝人士皆能明瞭，適當而作些微的改變及調整，仍將不失本發明之要義所在，亦不脫離本發明之精神和範圍。綜上所述，本發明實施之具



五、發明說明 (19)

體性，誠已符合專利法中所規定之發明專利要件，謹請
貴審查委員惠予審視，並賜准專利為禱。



圖式簡單說明

圖一係一典型之 OFDM 通訊系統的方塊圖。

圖二係一具有載波頻偏之載波調變與解調系統的方塊圖。

圖三 A 係本發明於頻域進行補償之頻偏補償裝置的架構圖。

圖三 B 係本發明於時域進行補償之頻偏補償裝置的架構圖。

圖四係本發明之頻偏補償方法的動作流程圖。

圖五 A 係本發明之延遲式相位補償裝置的架構圖

圖五 B 係本發明之另一延遲式相位補償裝置的架構圖。

圖六係本發明之延遲式相位補償方法的動作流程圖。

圖七 A 係本發明之緩衝式相位補償裝置的架構圖。

圖七 B 係本發明之另一緩衝式相位補償裝置的架構圖。

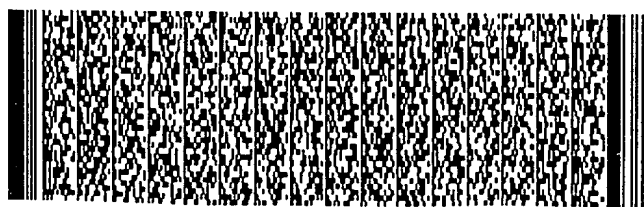
圖八係本發明之緩衝式相位補償方法的動作流程圖。

圖九係依本發明組合之補償模組的範例之架構圖。

圖十係為將圖九略作變化後，所得架構之方塊圖。

圖式之圖號說明：

100- OFDM 通訊系統	101- 訊號對應裝置
102- IFFT 裝置	103- 增加防護區間之電路
104- 並列至串列轉換器	105- 數位至類比轉換器
106- 通道	107- 類比至數位轉換器
109- 移除防護區間之電路	110- 串列至並列轉換器
111- FFT 裝置	112- 通道補償裝置
113- 訊號解對應裝置	



圖式簡單說明

- 21- 本地振盪器
- 22- 本地振盪器
- 30a- 頻偏補償裝置
- 30b- 頻偏補償裝置
- 31- 導引子通道估計裝置
- 32- 頻偏估計裝置
- 33- 相位累積器
- 34a- 相位旋轉器
- 34b- 相位旋轉器
- 41~44- 本發明之頻偏補償方法的動作流程
- 50a- 相位補償裝置
- 50b- 相位補償裝置
- 51- 相差估計裝置
- 52- 緩衝器
- 53- 相位旋轉器
- 51~63- 本發明之延遲式相位補償方法的動作流程
- 70a- 相位補償裝置
- 70b- 相位補償裝置
- 71- 緩衝器
- 72- 導引子通道補償裝置
- 73- 相差估計裝置
- 74- 相位旋轉器
- 75- 資料子通道補償裝置
- 81~84- 本發明之緩衝式相位補償方法的動作流程
- 1000- 相位補償裝置
- 1001- 資料緩衝器
- 1002- 相差估計裝置



六、申請專利範圍

1. 一種用於一正交分頻多工 (OFDM) 系統中之頻偏補償裝置，該系統係於發射端將資料編碼成 OFDM 符元，分置於複數個頻域的子通道傳送，傳送過程中並利用一載波進行調變，其中該些子通道包含至少一導引子通道，用於傳送特定訊號，該頻偏補償裝置則位於該系統之接收端，以補償該系統接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的累積相位旋轉，該頻偏補償裝置包含：
 - 一導引子通道估計裝置，接收該導引子通道之訊號，以估計該導引子通道之頻率響應；
 - 一頻偏估計裝置，耦接至該導引子通道估計裝置，利用該導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏；
 - 一相位累積器，耦接至該頻偏估計裝置，依據該頻偏估計裝置所估計之載波頻偏，計算累積相位旋轉；以及
 - 一相位旋轉器，耦接至該相位累積器，以該相位累積器所計算之累積相位旋轉補償接收端之 OFDM 訊號。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之頻偏補償裝置，其中該相位旋轉器係補償接收端 OFDM 訊號之頻域訊號。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之頻偏補償裝置，其中該相位旋轉器係補償接收端 OFDM 訊號之時域訊號。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之頻偏補償裝置，其中若該些子通道包含複數個導引子通道，則該導引子通道估計裝置分別估測每一該些導引子通道之頻率響應，而該頻



六、申請專利範圍

偏估計裝置則將每一該些導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差予以加總，再求其平均值來估計載波頻偏。

5. 一種用於一正交分頻多工 (OFDM) 系統中之相位補償裝置，該系統係於發射端將資料編碼成 OFDM 符元，分置於複數個頻域的子通道傳送，傳送過程中並利用一載波進行調變，其中該些子通道包含至少一用於傳送特定訊號之導引子通道，該系統接收端包含一頻偏補償裝置，用以補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的相位旋轉，及一通道補償裝置，用以對該些子通道的訊號進行通道補償，該相位補償裝置則位於該系統之接收端，以補償接收端 OFDM 訊號經該頻偏補償裝置補償後，所殘餘的相位誤差，該相位補償裝置包含：
- 一相差估計裝置，接收一符元之 OFDM 訊號中，經該頻偏補償裝置與該通道補償裝置補償後的導引子通道訊號，並以該導引子通道訊號與該系統發射端原本傳送訊號間的相位差來估計殘餘的相位誤差；
 - 一緩衝器，儲存該相差估計裝置所估計之殘餘相位誤差，以用於補償下一個符元；以及
 - 一相位旋轉器，其接收該下一個符元之該些子通道訊號，並以該緩衝器所儲存之殘餘相位誤差加以補償。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之相位補償裝置，其中該下



六、申請專利範圍

一個符元之該些子通道訊號先經該通道補償裝置補償後，再送入該相位旋轉器。

7. 如申請專利範圍第5項所述之相位補償裝置，其中若該些子通道包含複數個導引子通道，則該相差估計裝置分別計算該符元之經該頻偏補償裝置與該通道補償裝置補償後的每一該些導引子通道訊號，與原本傳送訊號間的相位差，並予以加總後，再求其平均值來估計殘餘相位誤差。

8. 一種用於一正交分頻多工 (OFDM) 系統中之相位補償裝置，該系統係於發射端將資料編碼成 OFDM 符元，分置於複數個頻域的子通道傳送，傳送過程中並利用一載波進行調變，其中該些子通道包含至少一用於傳送特定訊號之導引子通道，及至少一用於傳送資料之資料子通道，該系統包含一頻偏補償裝置，用以補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的相位旋轉，該相位補償裝置則位於該系統之接收端，以補償接收端 OFDM 訊號經該頻偏補償裝置補償後，所殘餘的相位誤差，該相位補償裝置包含：

- 一緩衝器，接收並保留一符元之 OFDM 訊號中，經該頻偏補償裝置補償後的所有該些子通道訊號；
- 一導引子通道補償裝置，從該緩衝器接收該符元之導引子通道訊號，以進行通道補償；
- 一相差估計裝置，耦接至該導引子通道補償裝置，利用該導引子通道中，經通道補償後之訊號與該系統發射

六、申請專利範圍

端原本傳送訊號間的相位差來估計殘餘的相位誤差；
以及

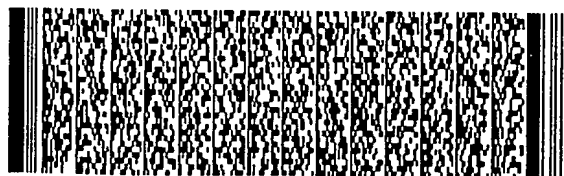
一相位旋轉器，從該緩衝器接收該符元之資料子通道訊號，並以該相差估計裝置所估計之殘餘相位誤差加以補償。

9.如申請專利範圍第8項所述之相位補償裝置，其中該符元之資料子通道訊號先由該系統接收端之一資料子通道補償裝置進行通道補償後，再送入該相位旋轉器。

10.如申請專利範圍第8項所述之相位補償裝置，其中若該些子通道包含複數個導引子通道，則該相差估計裝置分別計算該符元之經通道補償後的每一該些導引子通道訊號，與原本傳送訊號間的相位差，並予以加總後，再求其平均值來估計殘餘相位誤差。

11.一種用於一正交分頻多工（OFDM）系統中之補償模組，該系統係於發射端將資料編碼成OFDM符元，分置於複數個頻域的子通道傳送，傳送過程中並利用一載波進行調變，其中該些子通道包含至少一用於傳送特定訊號之導引子通道，及至少一用於傳送資料之資料子通道，該補償模組則位於該系統之接收端，以補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端OFDM訊號的相位旋轉，該補償模組包含：

一頻偏補償裝置，利用該導引子通道中，前後兩個OFDM符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏，進而計算累積相位旋轉，以補償接收端之OFDM



六、申請專利範圍

訊號；以及

- 一相位補償裝置，接收經該頻偏補償裝置補償後之 OFDM 訊號的該些子通道訊號，並利用其中該導引子通道中再經通道補償後的訊號，與該系統發射端原本傳送訊號間之相位差來估計殘餘的相位誤差，以補償該些子通道之訊號。
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之補償模組，其中該頻偏補償裝置係補償接收端 OFDM 訊號之頻域訊號。
13. 如申請專利範圍第 11 項所述之補償模組，其中該頻偏補償裝置係補償接收端 OFDM 訊號之時域訊號。
14. 如申請專利範圍第 11 項所述之補償模組，其中若該些子通道包含複數個導引子通道，則該頻偏補償裝置於估計載波頻偏時，係將每一該些導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差予以加總，再求其平均值而得之。
15. 如申請專利範圍第 11 項所述之補償模組，其中該頻偏補償裝置包含：
 - 一導引子通道估計裝置，接收該導引子通道之訊號，以估計該導引子通道之頻率響應；
 - 一頻偏估計裝置，耦接至該導引子通道估計裝置，利用該導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏；
 - 一相位累積器，耦接至該頻偏估計裝置，依據該頻偏估計裝置所估計之載波頻偏，計算累積相位旋轉；



六、申請專利範圍

以及

一相位旋轉器，耦接至該相位累積器，以該相位累積器所計算之累積相位旋轉補償接收端之 OFDM 訊號。

16. 如申請專利範圍第 11 項所述之補償模組，其中若該些子通道包含複數個導引子通道，則該相位補償裝置於估計殘餘相位誤差時，係將該符元之經通道補償後的每一該些導引子通道訊號，與原本傳送訊號間的相位差予以加總後，再求其平均值而得之。

17. 如申請專利範圍第 11 項所述之補償模組，其中該系統接收端包含一通道補償裝置，用以對該些子通道的訊號進行通道補償，該相位補償裝置則包含：

一相差估計裝置，接收一符元之 OFDM 訊號中，經該頻偏補償裝置補償與該通道補償裝置補償後的導引子通道訊號，並以該導引子通道訊號與該系統發射端原本傳送訊號間之相位差，來估計殘餘的相位誤差；

一緩衝器，儲存該相差估計裝置所估計之殘餘相位誤差，以用於補償下一個符元；以及

一相位旋轉器，接收該下一個符元之該些子通道訊號，並以該緩衝器所儲存之殘餘相位誤差加以補償。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之補償模組，其中該下一個符元之該些子通道訊號先經該通道補償裝置補償後，再送入該相位旋轉器加以補償。



六、申請專利範圍

19. 如申請專利範圍第 11 項所述之補償模組，其中該相位補償裝置包含：

- 一緩衝器，接收並保留一符元之 OFDM 訊號中，經該頻偏補償裝置補償後的所有該些子通道訊號；
- 一導引子通道補償裝置，從該緩衝器接收該符元之導引子通道訊號，以進行通道補償；
- 一相差估計裝置，耦接至該導引子通道補償裝置，利用該導引子通道中，經通道補償後之訊號與該系統發射端原本傳送訊號間的相位差來估計殘餘的相位誤差；以及
- 一相位旋轉器，從該緩衝器接收該符元之該些子通道訊號，並以該相差估計裝置所估計之殘餘相位誤差加以補償。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之補償模組，其中該符元之資料子通道訊號先由該系統接收端之一資料子通道補償裝置進行通道補償後，再送入該相位旋轉器。

21. 如申請專利範圍第 11 項所述之補償模組，其中該系統接收端包含一導引子通道估計裝置，用於接收該導引子通道之訊號，以估計該導引子通道之頻率響應，該相位補償裝置則包含：

- 一資料緩衝器，接收並保留一符元之 OFDM 訊號中，經該頻偏補償裝置補償後之該資料子通道的訊號；
- 一導引子通道補償裝置，接收該符元之 OFDM 訊號中，經該導引子通道估計裝置處理後之導引子通道訊



六、申請專利範圍

號，以進行通道補償；

- 一 相差估計裝置，從該導引子通道補償裝置接收經通道補償後之導引子通道訊號，以估計殘餘的相位誤差；以及
- 一 第一相位旋轉器，從該資料緩衝器接收該符元之資料子通道訊號，並以該相差估計裝置所估計之殘餘相位誤差加以補償。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述之補償模組，其中該頻偏補償裝置包含：

- 一 頻偏估計裝置，耦接至該導引子通道估計裝置，利用該導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏；
- 一 相位累積器，耦接至該頻偏估計裝置，依據該頻偏估計裝置所估計之載波頻偏，計算累積相位旋轉；以及
- 一 第二相位旋轉器，耦接至該相位累積器，以該相位累積器所計算之累積相位旋轉補償接收端 OFDM 訊號之時域訊號。

23. 一種用於一正交分頻多工（OFDM）系統中之頻偏補償方法，該系統係於發射端將資料編碼成 OFDM 符元，分置於複數個頻域的子通道傳送，傳送過程中並利用一載波進行調變，其中該些子通道包含至少一導引子通道，用於傳送特定訊號，該頻偏補償方法係用以在該



六、申請專利範圍

系統之接收端，補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的累積相位旋轉，該頻偏補償方法包含下列步驟：

- (a) 接收該導引子通道之訊號，以估計該導引子通道之頻率響應；
- (b) 利用該導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差來估計載波頻偏；
- (c) 依據步驟 (b) 所估計之載波頻偏，計算累積相位旋轉；以及
- (d) 依步驟 (c) 所計算之累積相位旋轉補償接收端之 OFDM 訊號。

24. 如申請專利範圍第 23 項所述之頻偏補償方法，其中步驟 (d) 係補償接收端 OFDM 訊號之頻域訊號。

25. 如申請專利範圍第 23 項所述之頻偏補償方法，其中步驟 (d) 係補償接收端 OFDM 訊號之時域訊號。

26. 如申請專利範圍第 23 項所述之頻偏補償方法，其中若該些子通道包含複數個導引子通道，則步驟 (a) 中，係分別估測每一該些導引子通道之頻率響應，而步驟 (b) 中，係將每一該些導引子通道中，前後兩個 OFDM 符元之頻率響應估測值的相位差予以加總，再求其平均值來估計載波頻偏。

27. 一種用於一正交分頻多工 (OFDM) 系統中之相位補償方法，該系統係於發射端將資料編碼成 OFDM 符元，分置於複數個頻域的子通道傳送，傳送過程中並利用一



六、申請專利範圍

載波進行調變，其中該些子通道包含至少一用於傳送特定訊號之導引子通道，該系統接收端包含一頻偏補償裝置，用以補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的相位旋轉，及一通道補償裝置，用以對該些子通道的訊號進行通道補償，該相位補償方法係用以在該系統之接收端，補償接收端 OFDM 訊號經該頻偏補償裝置補償後，所殘餘的相位誤差，該相位補償方法包含下列步驟：

- (a) 利用一符元之 OFDM 訊號中，經該頻偏補償裝置及該通道補償裝置補償後的導引子通道訊號與該系統發射端原本傳送訊號間的相位差，來估計殘餘的相位誤差；
- (b) 將步驟 (a) 所估計之殘餘相位誤差儲存於一緩衝器；以及
- (c) 以該緩衝器所儲存之殘餘相位誤差補償下一個符元之該些子通道訊號。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述之相位補償方法，其中步驟 (c) 前還包含一步驟 (c0)：

- (c0) 利用該通道補償裝置補償下一個符元之該些子通道訊號。

29. 如申請專利範圍第 27 項所述之相位補償方法，其中若該些子通道包含複數個導引子通道，則步驟 (a) 中，係分別計算該符元之經該頻偏補償裝置與該通道補償



六、申請專利範圍

裝置補償後的每一該些導引子通道訊號，與原本傳送訊號間的相位差，並予以加總後，再求其平均值來估計殘餘相位誤差。

30. 一種用於一正交分頻多工 (OFDM) 系統中之相位補償方法，該系統係於發射端將資料編碼成 OFDM 符元，分置於複數個頻域的子通道傳送，傳送過程中並利用一載波進行調變，其中該些子通道包含至少一用於傳送特定訊號之導引子通道，及至少一用於傳送資料之資料子通道，該系統包含一頻偏補償裝置，用以補償接收端與發射端間之載波頻偏所造成接收端 OFDM 訊號的相位旋轉，該相位補償法係用以在該系統之接收端，補償接收端 OFDM 訊號經該頻偏補償裝置補償後，所殘餘的相位誤差，該相位補償方法包含以下步驟：

- (a) 以一緩衝器保留一符元之 OFDM 訊號中，經該頻偏補償裝置補償後的所有該些子通道訊號；
- (b) 從該緩衝器取出該符元之導引子通道訊號，進行通道補償；
- (c) 利用該導引子通道中，經通道補償後之訊號與該系統發射端原本傳送訊號間的相位差來估計殘餘的相位誤差；以及
- (d) 從該緩衝器取出該符元之資料子通道訊號，並以步驟 (c) 所估計之殘餘相位誤差加以補償。

31. 如申請專利範圍第 30 項所述之相位補償方法，其中步驟 (d) 中，係先對該符元之資料子通道訊號進行通道



六、申請專利範圍

補償後，才以步驟 (c) 所估計之殘餘相位誤差加以補償。

32. 如申請專利範圍第 30 項所述之相位補償方法，其中若該些子通道包含複數個導引子通道，則步驟 (c) 中，係分別計算該符元之經通道補償後的每一該些導引子通道訊號與原本傳送訊號間的相位差，並予以加總後，再求其平均值來估計殘餘相位誤差。



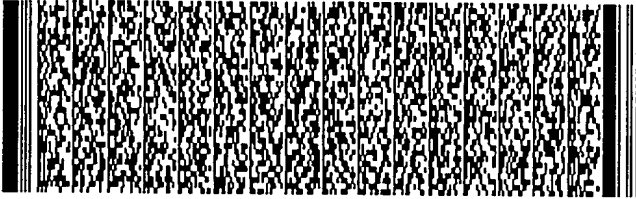
第 1/38 頁



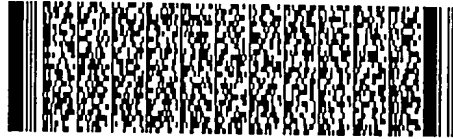
第 2/38 頁



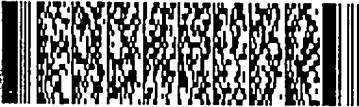
第 3/38 頁



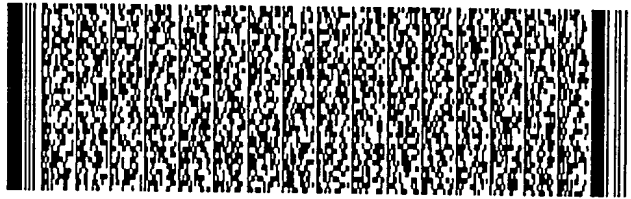
第 4/38 頁



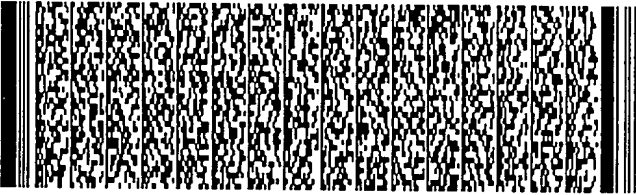
第 5/38 頁



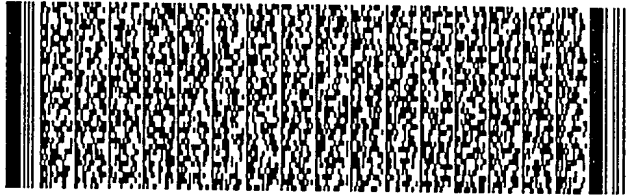
第 6/38 頁



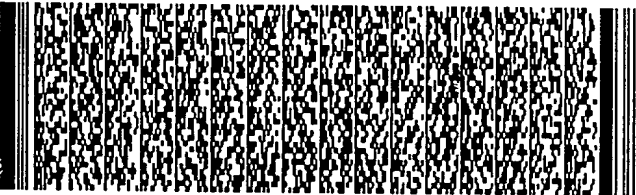
第 6/38 頁



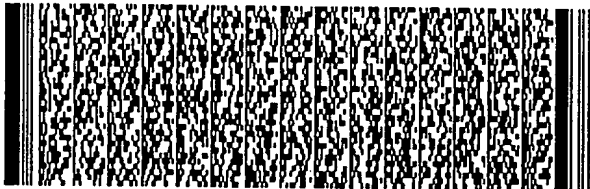
第 7/38 頁



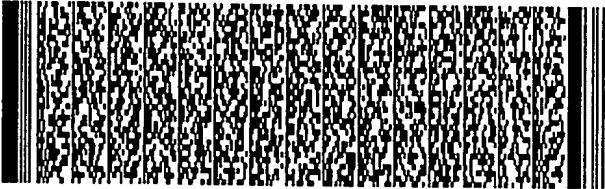
第 7/38 頁



第 8/38 頁



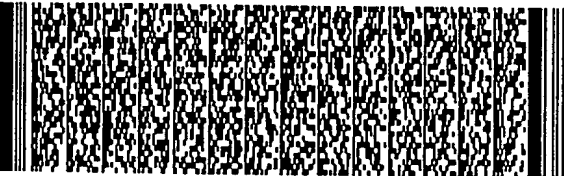
第 8/38 頁



第 9/38 頁



第 9/38 頁



第 10/38 頁



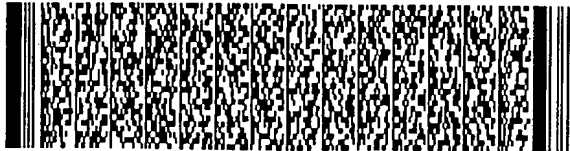
第 10/38 頁



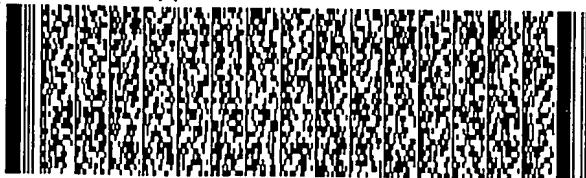
第 11/38 頁



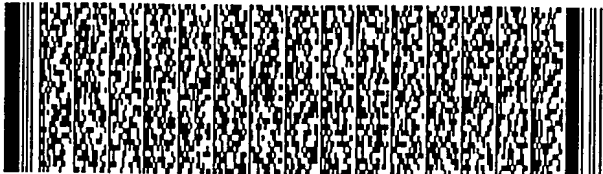
第 11/38 頁



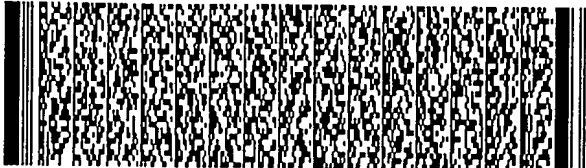
第 12/38 頁



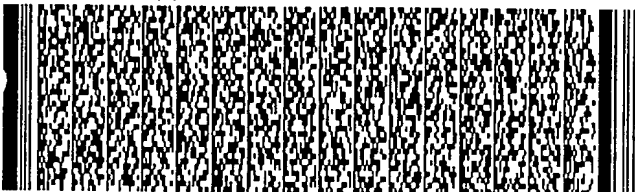
第 12/38 頁



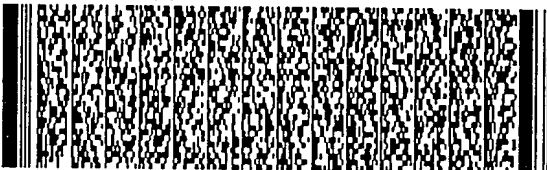
第 13/38 頁



第 14/38 頁



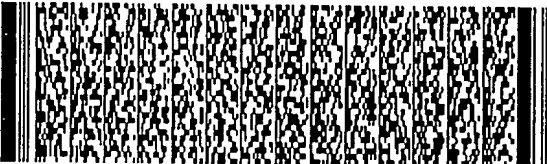
第 15/38 頁



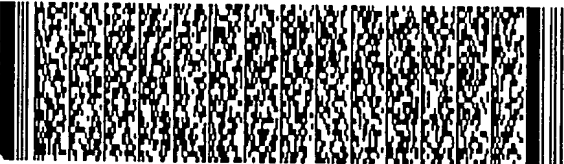
第 15/38 頁



第 16/38 頁



第 16/38 頁



第 17/38 頁



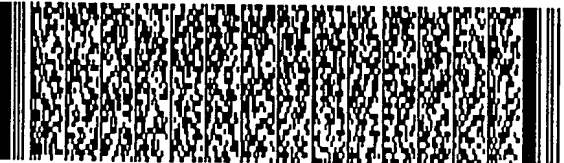
第 18/38 頁



第 18/38 頁



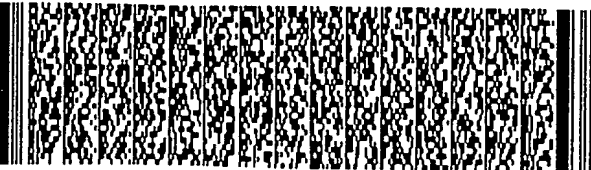
第 19/38 頁



第 19/38 頁



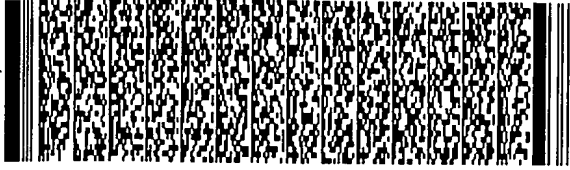
第 20/38 頁



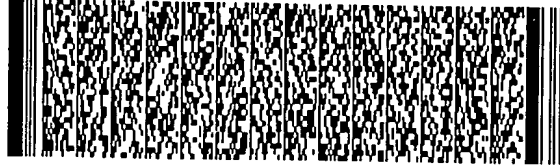
第 20/38 頁



第 21/38 頁



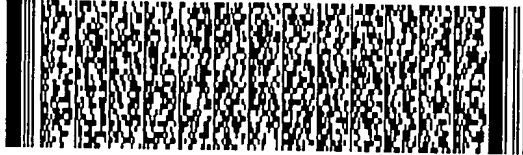
第 21/38 頁



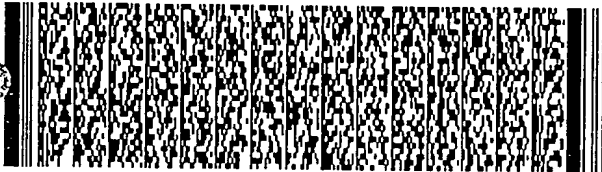
第 22/38 頁



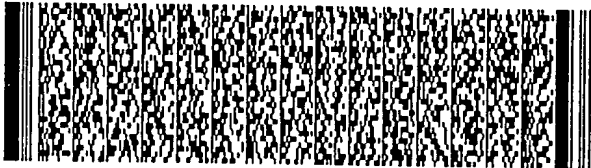
第 22/38 頁



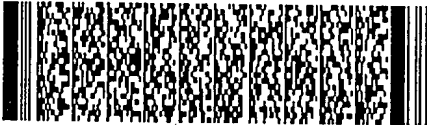
第 23/38 頁



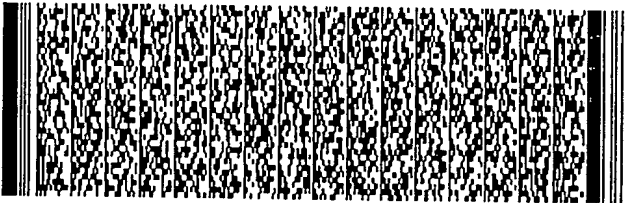
第 23/38 頁



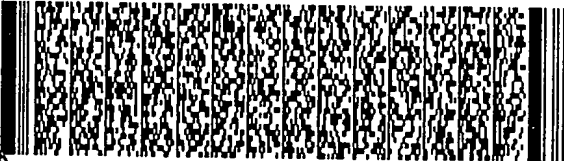
第 24/38 頁



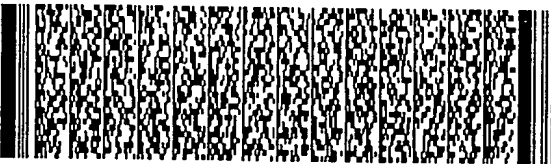
第 25/38 頁



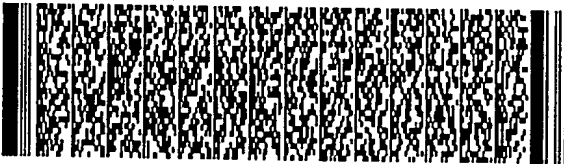
第 26/38 頁



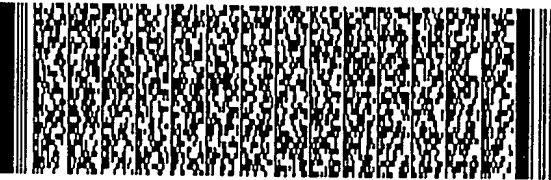
第 27/38 頁



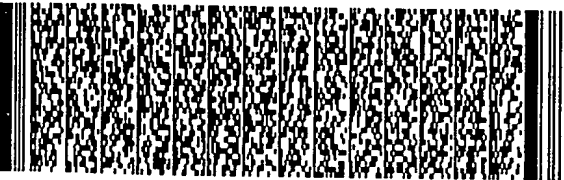
第 27/38 頁



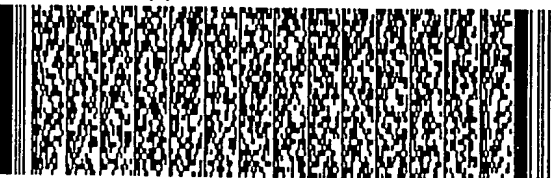
第 28/38 頁



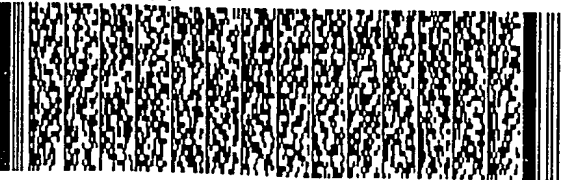
第 28/38 頁



第 29/38 頁



第 29/38 頁



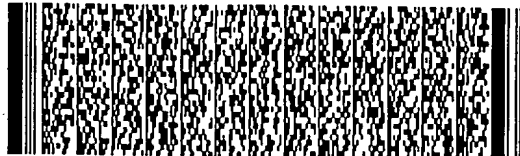
第 30/38 頁



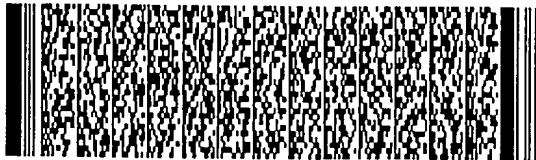
第 30/38 頁



第 31/38 頁



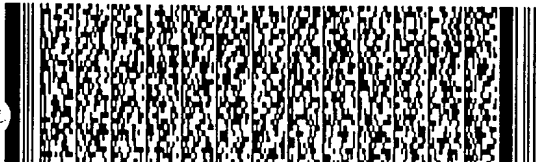
第 31/38 頁



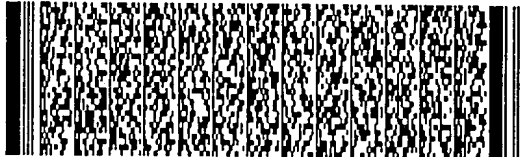
第 32/38 頁



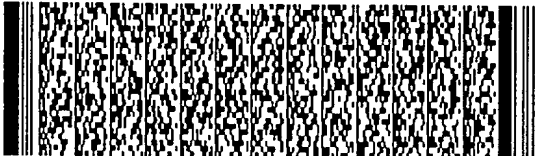
第 32/38 頁



第 33/38 頁



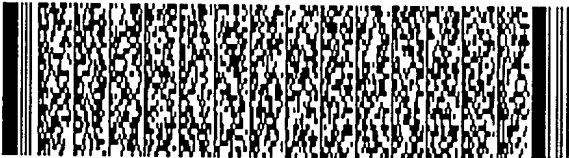
第 33/38 頁



第 34/38 頁



第 34/38 頁



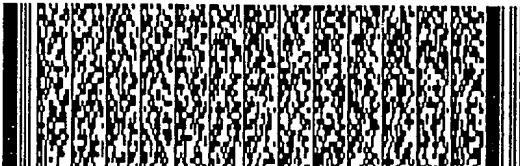
第 35/38 頁



第 35/38 頁



第 36/38 頁



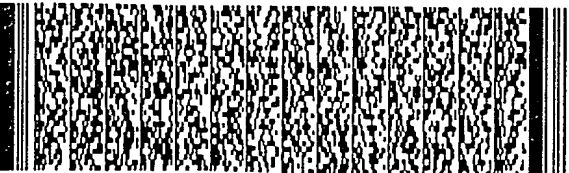
第 36/38 頁



第 37/38 頁



第 37/38 頁



第 38/38 頁



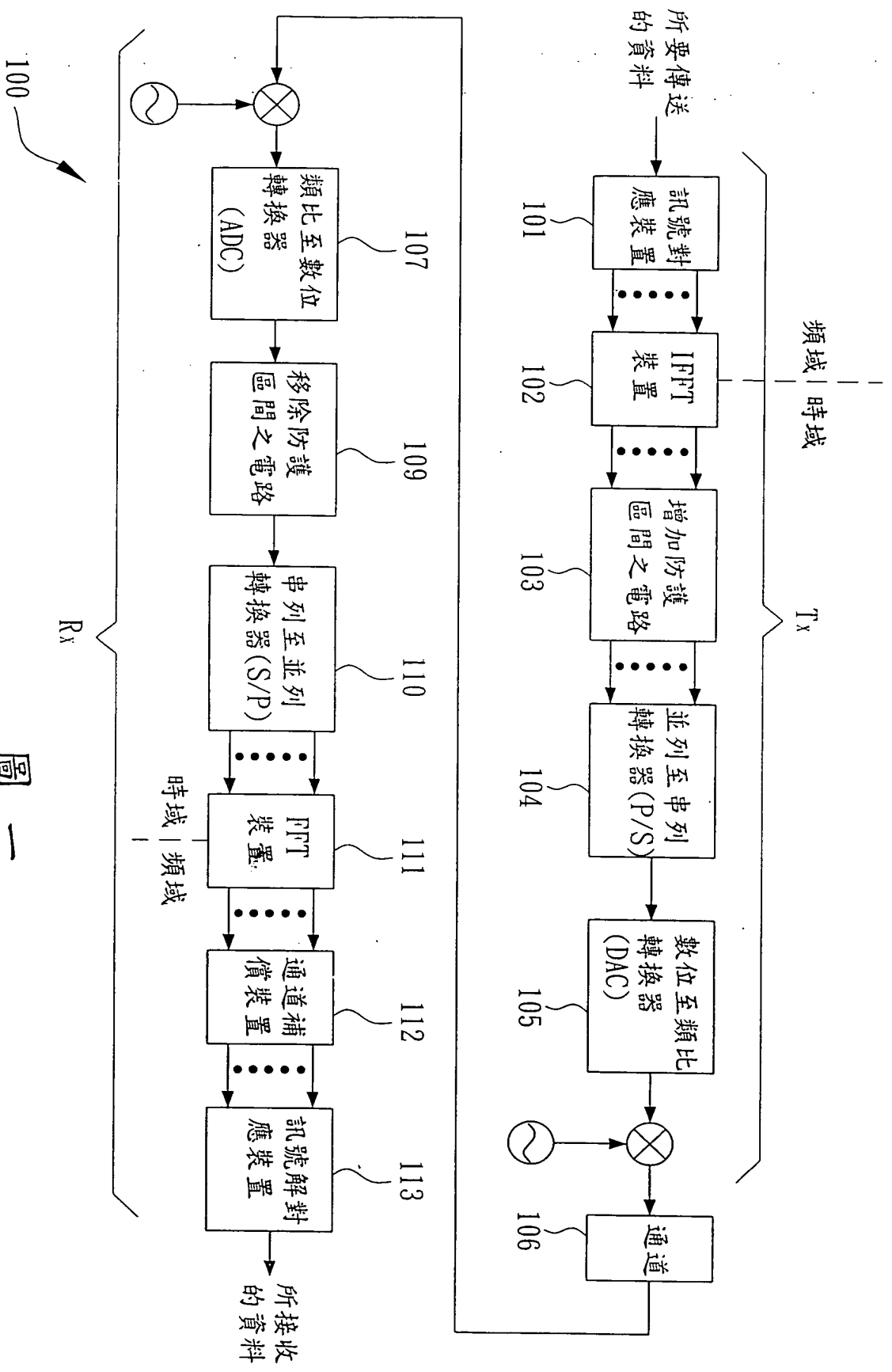


圖 一

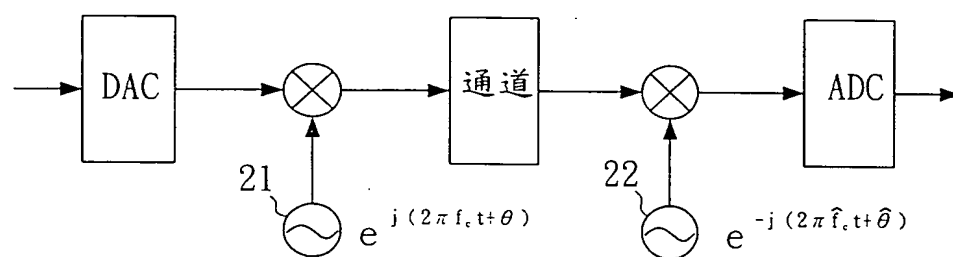


圖 二

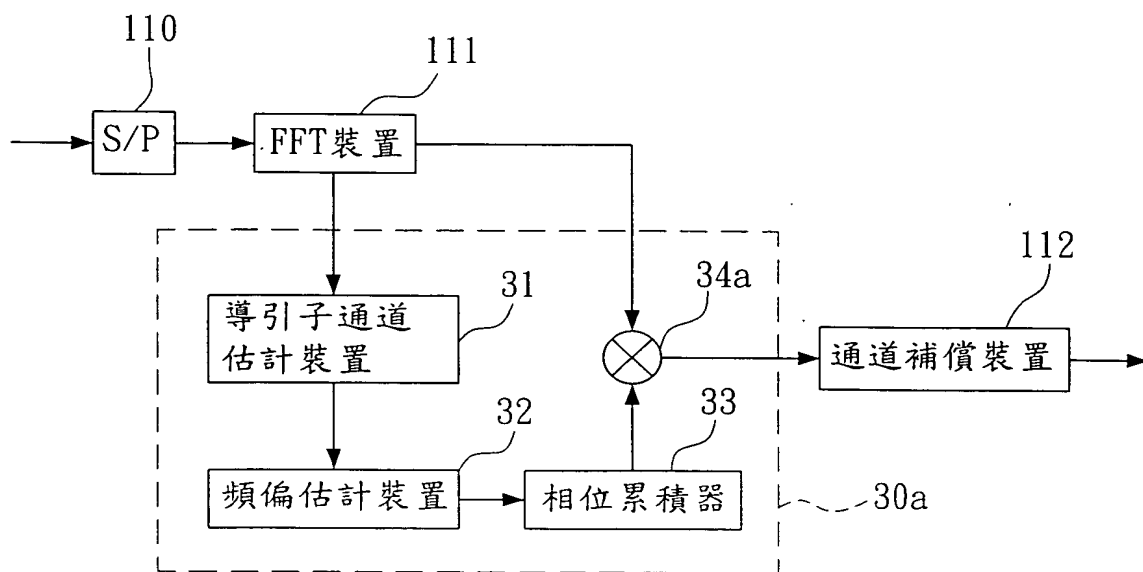


圖 三 A

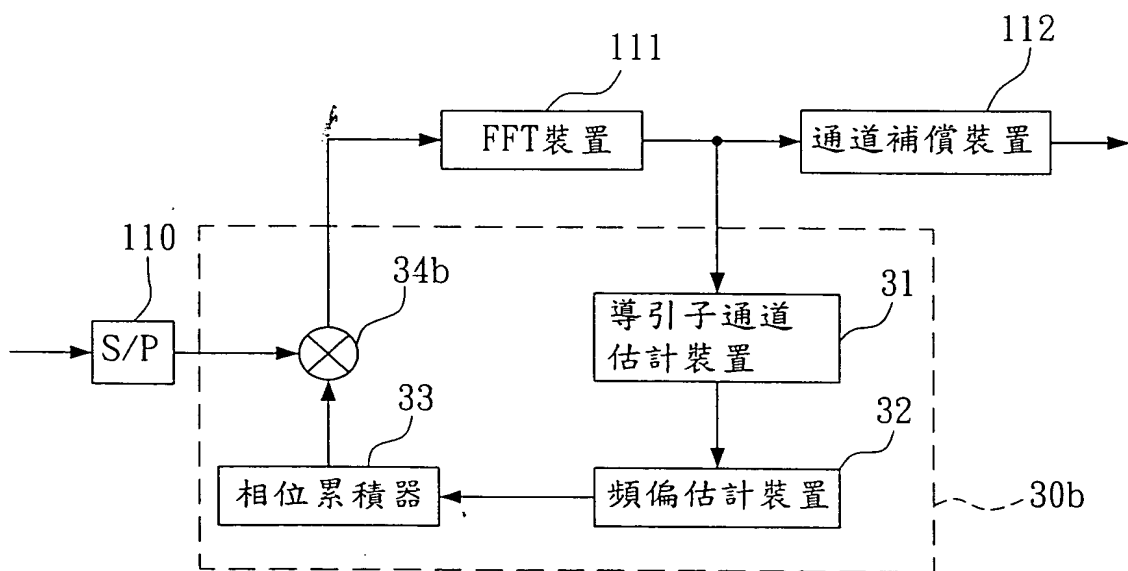


圖 三 B

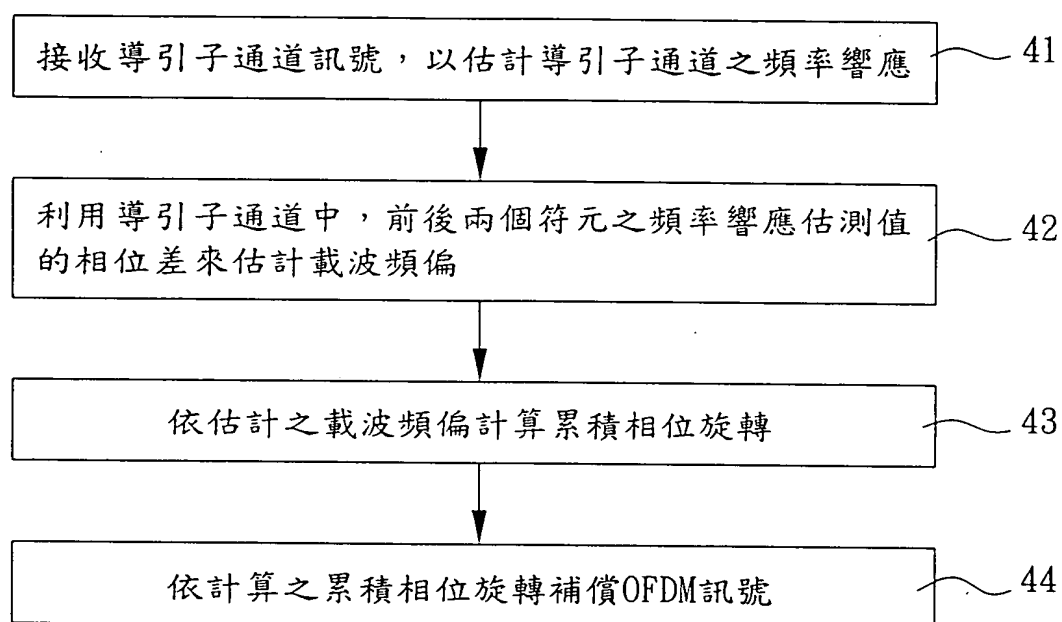


圖 四

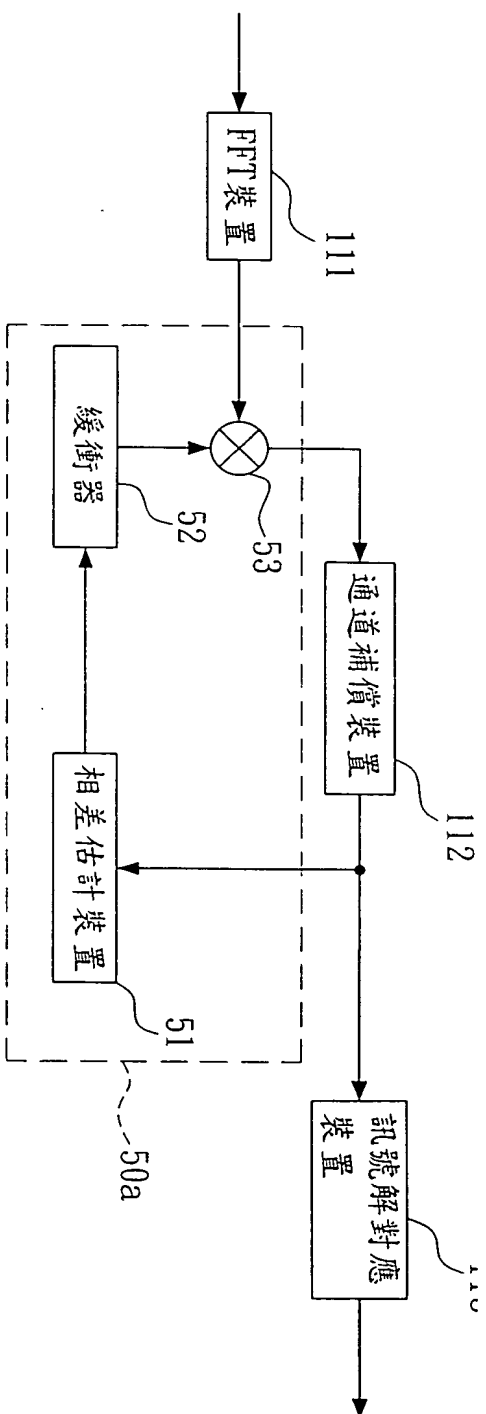


圖 五 A

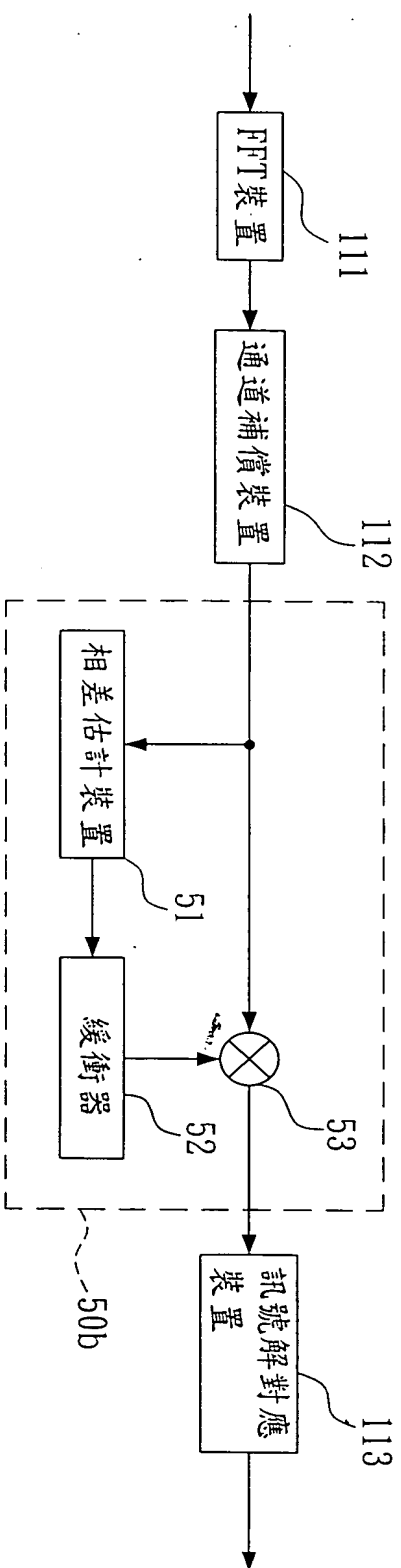


圖 五 B

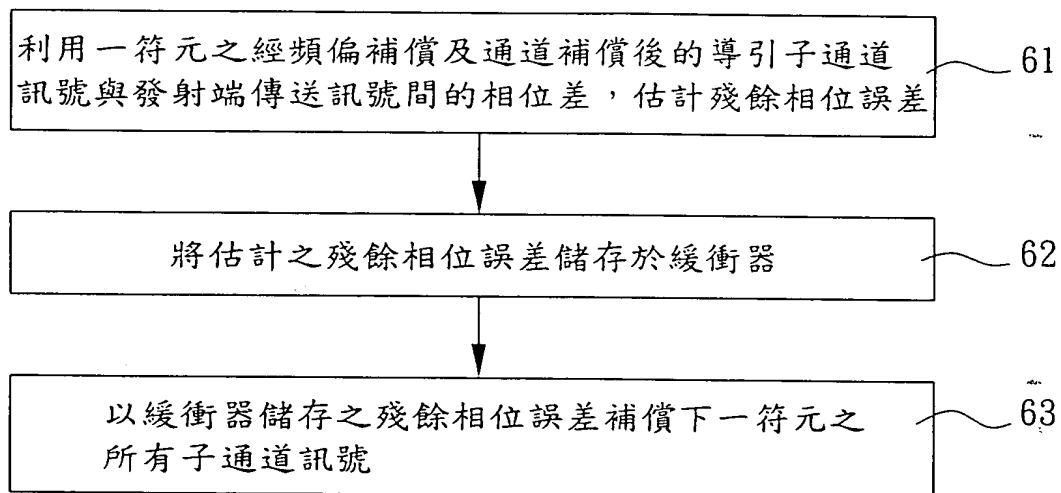


圖 六

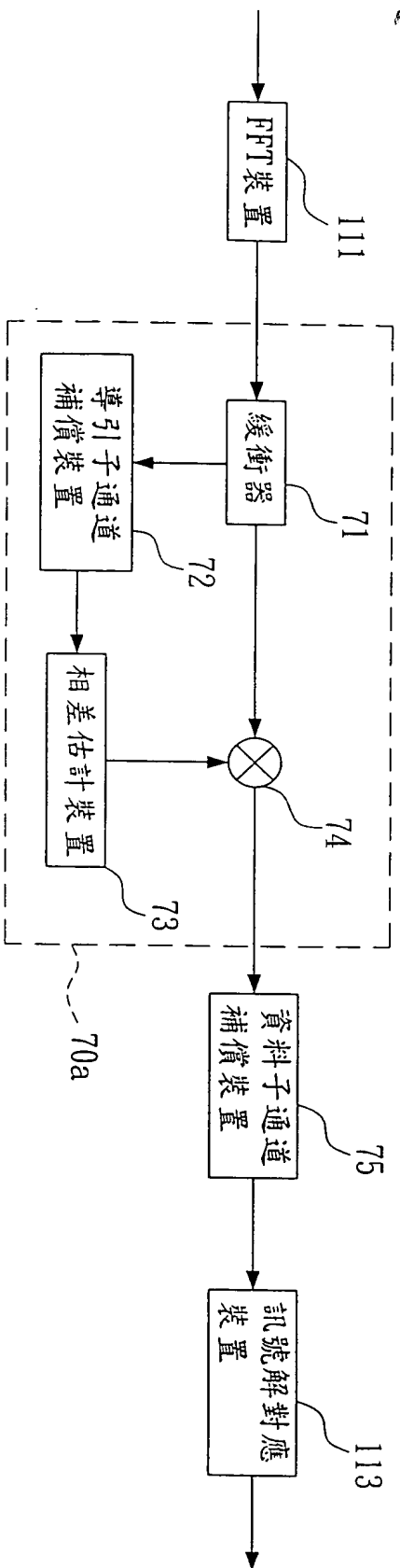


圖 七 A

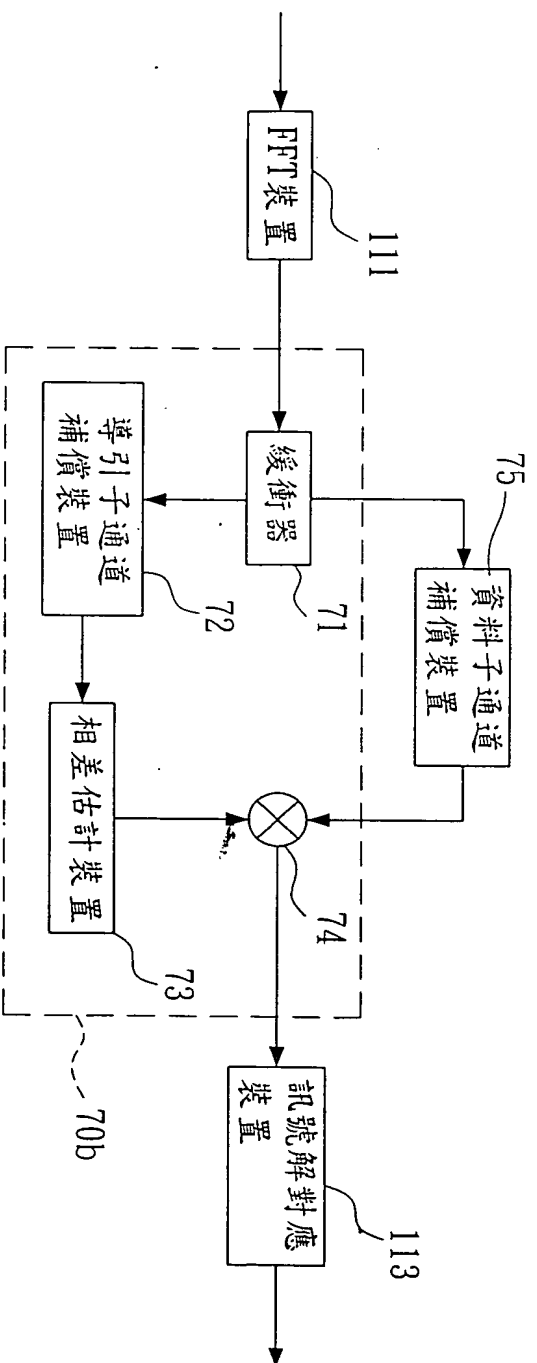


圖 七 B

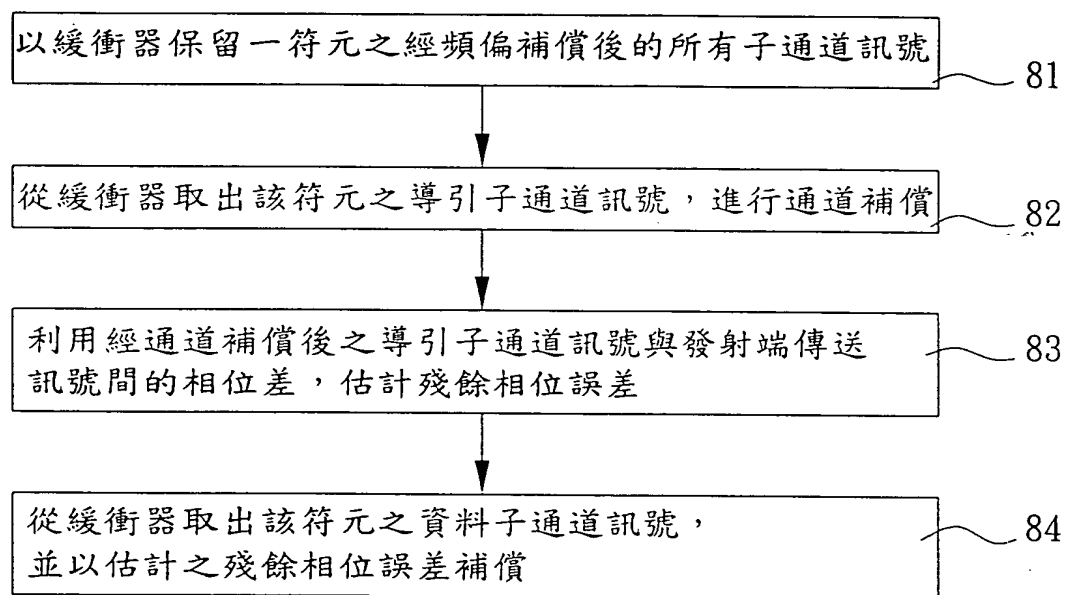
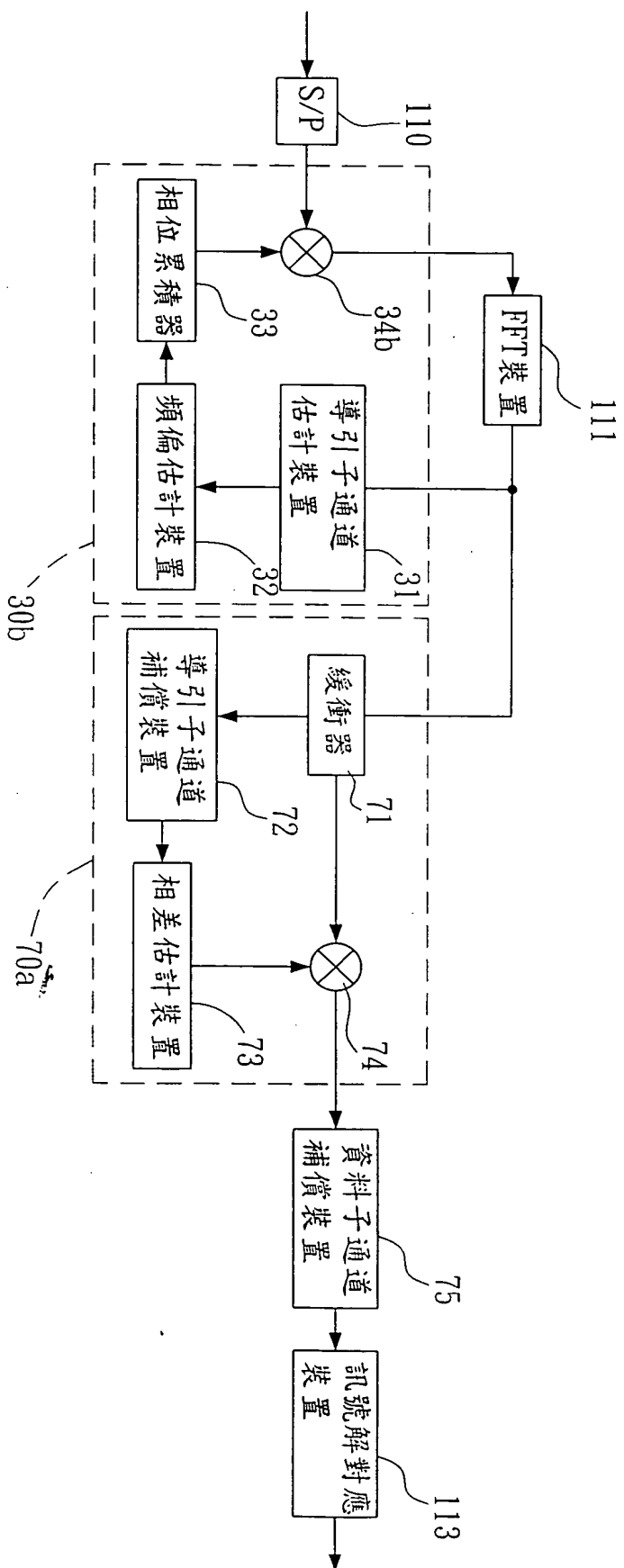
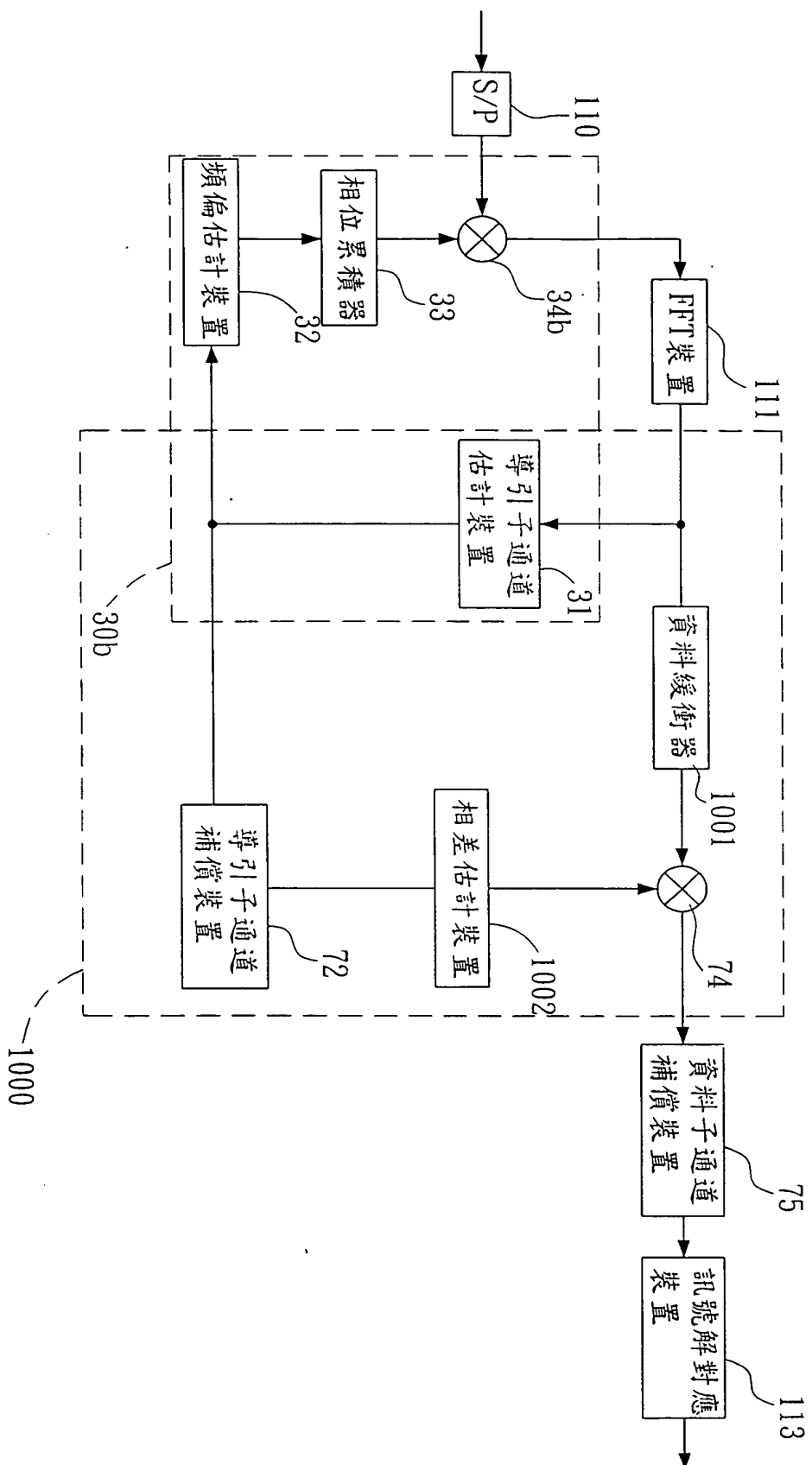


圖 八



圖九



回
+